

Programowanie Zaawansowane FM i NI

Ćwiczenia 11

Zadanie 1 (dziedziczenie klas)

Na bazie [tego kodu](#), napisz klasę bazową `Funkcja` o publicznych polach `xmin` i `xmax`, reprezentujących krańce przedziału dziedziny funkcji. Wpisz konstruktor do ich ustawiania. Następnie zakoduj wirtualną metodę `Status`. W tej klasie niech wypisuje ona dziedzinę.

Następnie zaprogramuj klasę `Wielomian`, dziedziczącą po klasie `Funkcja`. Niech będzie to wielomian o elastycznej liczbie stopni swobody, którego parametry przy kolejnych potęgach zapisane będą w polu `vector<double> par`. Napisz:

- konstruktor, przyjmujący krańce dziedziny oraz parametry wielomianu `p/ vector`
- metodę `Status`, wypisującą dziedzinę i parametry
- `double operator() (double)`, który zwróci wartość funkcji dla danego `x`. Jeśli `x` nie zmieści się w dziedzinie, wypisz komunikat i zwróć `NAN`.

Zaimplementuj też klasę `Gauss`, dziedziczącą po klasie `Funkcja`, obsługującą funkcję Gaussa znormalizowaną do 1, której polami będą `double x0` (centroid) oraz `double sigma` (dyspersja). Napisz:

- konstruktor, przyjmujący krańce dziedziny oraz `x0` i `sigma`
- metodę `Status`, wypisującą dziedzinę i parametry
- `double operator() (double)`, który zwróci wartość funkcji dla danego `x`:

$$f(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi\sigma}} \cdot \exp\left[-\frac{1}{2}\left(\frac{x-x_0}{\sigma}\right)^2\right]$$

W funkcji `main`:

- utwórz wielomian `W` o parametrach `{1, -4, 1}` w dziedzinie `[-10, 10]`. Wypisz na ekran `status`, następnie `W(0)` i `W(1)` oraz zażądaj wypisania `W(-11)`.
- utwórz funkcję Gaussa `G` o parametrach `{x0 = 1, sigma = 1}` w dziedzinie `[-10, 10]`. Wypisz na ekran `status`, następnie `G(0)` i `G(1)` oraz zażądaj wypisania `G(-11)`.

Na drugim etapie:

- w klasie `Funkcja` zmień metodę `Status` na czystą metodę wirtualną oraz dodaj w formie czystej metody `double operator() (double)`.

- poza klasami dopisz funkcję:

```
double Extremum (Funkcja& Fun, double X0, double X1, double eps);
```

która dowolną metodą znajdzie `X`, dla której wartość 1. pochodnej funkcji jest najbliższa zeru (w żądanym przedziale, dla funkcji przyjętej przez referencję `Fun&`).

W funkcji `main` wywołaj `Extremum` dla wcześniej utworzonych obiektów, podając przedział `[-1, 3]` i dokładność `1e-5`.

Zadanie 2 (dziedziczenie klas)

Napisz klasę bazową `Rozklad` o polach publicznych `double T` (reprezentuje temperaturę cząstki) i `string nazwa` oraz o konstruktorze do inicjowania tych pól. Zakoduj tu czysty wirtualny `operator()` do przyjmowania `x` typu `double`, który w klasach pochodnych będzie zwracać wartość odpowiedniego rozkładu.

Następnie zaprogramuj klasy dziedziczące publicznie klasę `Rozklad`, reprezentujące odpowiednie rozkłady: `Boltzmann`, `BoseEinstein`, `FermiDirac`. W każdej klasie zaprogramuj konstruktor do inicjowania pól (w tym: pól klasy bazowej). Ponadto oprogramuj `operator()`, który dla podanego argumentu `x` typu `double` zwraca wartość danego fizycznego rozkładu pędów („ x ”), które mają cząstki emitowane z tymi rozkładami w różnych problemach fizycznych:

$$f_{\text{Boltzmann}}(x) = x^2 \cdot e^{-x/T} \quad f_{\text{Bose-Einstein}}(x) = \frac{x^2}{e^{x/T} - 1} \quad f_{\text{Fermi-Dirac}}(x) = \frac{x^2}{e^{x/T} + 1}$$

(Uwaga: forma wzorów jest uproszczeniem oryginalnych rozkładów)

W funkcji `main` zadeklaruj 3 obiekty reprezentujące 3 powyższe rozkłady, nadając im w konstruktorze nazwę własną, dziedzinę $[0, 50]$ i wartość temperatury $T = 5$, jednostki umowne). Wypisz na ekran wartość każdego z obiektów dla $x = 5$. Sprawdź z dowolnym programem zewnętrznym, czy wartości są prawidłowe – i w razie czego skoryguj kod.

Poza klasami napisz funkcję `double srednia (Funkcja& F)`, której zadaniem będzie numeryczne wyznaczenie średniej z rozkładu `F` i zwrócenie wyniku. Średnia z rozkładu ciągłego $f(x)$ na przedziale $[a, b]$ ma postać:

$$\langle x \rangle = \frac{\int_a^b f(x) dx}{b-a}$$

i w naszym problemie całkę należy wyznaczyć numerycznie, np. metodą trapezów.

W funkcji `main` dla każdego z obiektów opisujących rozkład, wywołaj liczenie średniej i wypisz wynik na ekran.